



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

10 Offenlegungsschrift
DE 101 62 781 A 1

51 Int. Cl.⁷:
B 01 J 8/24
B 01 J 8/44

21 Aktenzeichen: 101 62 781.5
22 Anmeldetag: 20. 12. 2001
43 Offenlegungstag: 3. 7. 2003

DE 101 62 781 A 1

71 Anmelder:
Glatt Ingenieurtechnik GmbH, 99427 Weimar, DE

74 Vertreter:
Patent- und Rechtsanwaltssozietät Maucher, Börjes
& Kollegen, 79102 Freiburg

72 Erfinder:
Jacob, Michael, 99427 Weimar, DE; Rümpler,
Karlheinz, Dr., 99425 Weimar, DE; Waskow, Mike,
07747 Jena, DE

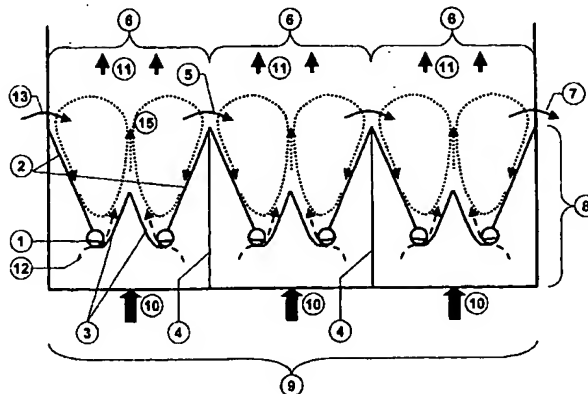
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Strahlschichtapparat zur chargenweisen oder kontinuierlichen Prozessführung und Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates

57 Die Erfindung betrifft einen Strahlschichtapparat zur chargenweisen oder kontinuierlichen Prozessführung gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Merkmale und ein Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 8 genannten Merkmale.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Strahlschichtapparat zur chargenweisen oder kontinuierlichen Prozessführung und ein Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates der eingangs beschriebenen Art so zu gestalten, dass damit eine zielgerichtete Beeinflussung der Prozesse im Fluidisierungsbereich insbesondere hinsichtlich einer gezielten Materialbewegung und Verweilzeitbeeinflussung erfolgt.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass der Strahlschichtapparat aus wenigstens zwei Prozessbereichen gebildet wird und die Prozessbereiche durch Überläufe miteinander verbunden sind und der erste Prozessbereich mit einem Feststoffeintrag und der letzte Prozessbereich mit einem Feststoffaustrag versehen ist, beziehungsweise dass zur Beeinflussung der Verweilzeit das zu behandelnde Material nacheinander wenigstens zwei Prozessbereichen zugeführt wird und diese durchläuft, wobei die Materialtransportrichtung gegenüber der Strömung des Fluidisierungsmittels im Kreuzstrom erfolgt (vgl. Fig. 1).



DE 101 62 781 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Strahlschichtapparat zur chargenweisen oder kontinuierlichen Prozessführung gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Merkmale und ein Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 8 genannten Merkmale.

[0002] Vorbekannt ist durch die Schrift DE 100 04 939 C1 ein gattungsgemäßer Strahlschichtapparat zur Fluidisierung und thermischen Behandlung von weitgehend beliebig geformter und in ihren Partikelabmessungen sowie Partikelmassen unterschiedlich bestehenden Materialien. Der Strahlschichtapparat zur chargenweisen oder kontinuierlichen Prozessführung besteht aus einer im unteren Bereich des Strahlschichtapparates angeordneten Zuluftkammer, in der das Fluidisierungsmittel, wie beispielsweise Luft, zugeführt wird. Das Fluidisierungsmittel wird mittels einer zwischen Zuluftkammer und Fluidisierungs-
bereich angeordneten steuerbaren Gasanströmeinrichtung dem Fluidisierungsbereich des Strahlschichtapparates zugeführt. Der Fluidisierungsbereich wird durch die im unteren Bereich angeordnete Gasanströmeinrichtung sowie durch eine Strahleinströmungswand, einer der Strahleinströmungswand gegenüberliegenden Strahlrückströmungswand sowie den Seitenwänden gebildet. Die Strahleinströmungswand und die Strahlrückströmungswand sind gegenüber der Senkrechten geneigt, so dass sie einen Konus bilden. Dadurch entsteht oberhalb der Strahleinströmungswand und der Strahlrückströmungswand ein erweiterter Querschnitt des Strahlschichtapparates, der als Expansionsbereich für das Fluidisierungsmittel dient und der mit einem Austrag für die Abluft versehen ist. Der Strahlschichtapparat kann dabei einseitig oder doppelseitig, das heißt mit einem doppelten Konus, ausgebildet sein. Durch die Anordnung der Strahleinströmungswand und der Strahlrückströmungswand sowie durch die Zuführung des Fluidisierungsmittels durch die Gasanströmeinrichtung entsteht in dem Fluidisierungsbereich eine Art Feststoffrotation, in der eine entsprechende Materialbehandlung erfolgt.

[0003] Nachteilig bei dem beschriebenen Strahlschichtapparat ist, dass eine gezielte Beeinflussung der durchzuführenden Prozesse in dem Fluidisierungsbereich nur in geringem Maße erfolgt. Das Verweilzeitverhalten des Materials bei einer kontinuierlichen Prozessführung kann nur in geringen Grenzen beeinflusst werden.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Strahlschichtapparat zur chargenweisen oder kontinuierlichen Prozessführung und ein Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates der eingangs beschriebenen Art so zu gestalten, dass damit eine zielgerichtete Beeinflussung der Prozesse im Fluidisierungsbereich, insbesondere hinsichtlich einer gezielten Materialbewegung und Verweilzeitbeeinflussung erfolgt.

[0005] Entsprechend der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1 und das dazugehörige Verfahren zum Betreiben des Strahlschichtapparates durch die Merkmale des Anspruches 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung und des Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Durch die Anordnung von mehreren an sich bekannten Strahlschichtapparaten mit unterschiedlicher Gestaltung und einstellbaren Prozessbedingungen wird erreicht, dass bei einer kontinuierlichen Prozessführung die Verweilzeit sowie die Prozessbedingungen in den einzelnen Prozessbereichen einstellbar sind. Durch entsprechende hintereinander und/oder nebeneinander Anordnung von einzelnen Prozessbereichen, die miteinander durch Überläufe ver-

bunden sind, wird eine gezielte Materialbewegung in dem Strahlschichtapparat erreicht. Gleichzeitig wird damit die Verweilzeit im Strahlschichtapparat gezielt beeinflusst. Durch Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit, der Temperatur und des Volumens des zugeführten Fluidisierungsmittels lassen sich die Prozessbedingungen in den einzelnen Prozessbereichen entsprechend den für die Materialbehandlung erforderlichen Bedingungen einstellen. Dadurch besteht die Möglichkeit, die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung von unterschiedlichen Materialien bei den jeweilig einzustellenden Bedingungen hinsichtlich der Fluidisierung und thermischen Behandlung von weitgehend beliebig geformten und in ihren Abmessungen sowie Massen beliebigen Partikeln einzusetzen.

[0007] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

[0008] Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Strahlschichtapparates,

[0009] Fig. 2 den erfindungsgemäßen Strahlschichtapparat in perspektivischer Darstellung,

[0010] Fig. 3 eine Variante des erfindungsgemäßen Strahlschichtapparates in perspektivischer Darstellung,

[0011] Fig. 4 die Feststoffbewegung und Fluidisierungsströmung im erfindungsgemäßen Strahlschichtapparat und

[0012] Fig. 5 bis 7 Varianten der Anordnung von mehreren Prozessbereichen im erfindungsgemäßen Strahlschichtapparat.

[0013] In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Strahlschichtapparat dargestellt, der aus wenigstens zwei hintereinander angeordneten Prozessbereichen 6 besteht. Der Prozessbereich 6 besteht aus einem an sich bekannten Strahlschichtapparat, der aus einer Zuluftkammer 8, zwei Gasanströmeinrichtungen 1, den entsprechenden Strahleinströmungswänden 3, Strahlrückströmungswänden 2 sowie den Seitenwänden gebildet wird. Die Strahleinströmungswände 3 und die Strahlrückströmungswände 2 sind gegenüber der Senkrechten derart geneigt, dass sie einen Doppelkonus bilden. In Fig. 3 ist der Prozessbereich 6 als einseitig ausgeführter Strahlschichtapparat mit nur einer Gasanströmeinrichtung 1, mit einer Strahleinströmungswand 3 und einer gegenüberliegenden Strahlrückströmungswand 2 sowie den entsprechenden Seitenwänden dargestellt. Die Strahleinströmungswand 3 und die Strahlrückströmungswand 2 bilden dabei einen einfachen Konus.

[0014] Erfindungsgemäß sind mindestens zwei oder mehrere Prozessbereiche 6 derart im Apparatequerschnitt 9 angeordnet, dass sich bei kontinuierlicher bzw. quasi-kontinuierlicher Prozessführung ein mehrstufiger Prozess ausbildet. Dabei durchläuft der am Prozess beteiligte Feststoff, der über einen am ersten Prozessbereich 6 angeordneten Feststoffeintrag 13 in den Strahlschichtapparat eingetragen wird, nacheinander mehrere Prozessbereiche 6 bis er den Strahlschichtapparat über einen am letzten Prozessbereich 6 angeordneten Feststoffaustrag 7 wieder verlässt. Zwischen den einzelnen nebeneinanderliegenden Prozessbereichen 6 sind in den jeweiligen anliegenden Strahleinströmungswänden 3 und Strahlrückströmungswänden 2 der nebeneinanderliegenden Prozessbereiche 6 Überläufe 5 angeordnet, durch die der Feststoff in den folgenden Prozessbereich 6 geführt wird. Die Überläufe 5 können durch Kanäle, Querschnittsöffnungen, beliebige Transportsysteme oder dergleichen gebildet werden.

[0015] Bedingt durch die Mehrstufigkeit liegt zwischen der Feststofftransportrichtung und der Strömung des Fluidisierungsmittels, die sich durch die über die Gasanströmeinrichtung 1 zugeführte Zuluft 10 ergibt und die als Abluft 11

den Prozessbereich 6 verlässt, ein Kreuzstrom vor. Die technische Ausführung der Prozessbereiche 6 selbst kann variiert werden. In der Fig. 1 ist die Ausführung des Fluidisierungsmiteintrittes durch die Gasanströmeinrichtung 1 im wesentlichen als symmetrischer Spalt gezeigt. Das bedeutet, dass das Fluidisierungsmittel als Zuluft 10 (meistens Luft) im unteren Bereich in den Strahlschichtapparat eintritt. Dabei kann die Zuführungsrichtung vertikal, horizontal oder in beliebiger Richtung sein.

[0016] Charakteristisch ist, dass die Strömungsbedingungen in der Zuluftkammer 8 unterhalb der Prozessbereiche 6 vergleichmäßig werden. Die Zuluft 10 verteilt sich auf die Prozessbereiche 6, durchströmt die Gasanströmeinrichtung 1 und gelangt in den Prozessraum (Fluidisierungsbereich) oberhalb der Strahleinströmungswand 3 und der Strahlrückströmungswand 2, um die Partikelströmung 15 aufzubauen. Die Fluidisierungsmiteintritte der Gasanströmeinrichtung 1 können aus einem Spalt, perforierten Blechen, usw. oder auch aus Drosseleinbauten bestehen, über die jeweils die zugeführte Fluidisierungsmittelmenge eingestellt wird.

[0017] Als Variation der Strömungsaufteilung können in der Zuluftkammer 8 auch Segmentierungen 4 eingesetzt werden. Dabei ist es nicht zwingend erforderlich, dass jedem Prozessbereich 6 ein separater Anströmbereich zugeordnet wird. Das Fluidisierungsmittel tritt als Luftströmung im Spaltquerschnitt 12 in den unteren Teil des Prozessbereiches 6 ein. Anschließend wird es entsprechend der Geometrie geleitet und strömt anschließend vorzugsweise aufwärts und reißt den im Bereich enthaltenen Feststoff mit. Dadurch bildet sich eine wenig- bis hochturbulente Partikelströmung 15 aus. Diese kann die Geschwindigkeitsbereiche vom durchströmten Festbett bis zum Grenzbereich der Flugförderung umfassen. Bei höheren Geschwindigkeiten bildet sich eine Art feststoffseitige Zirkulationsströmung aus, da sich die Fluidisierungsgeschwindigkeit durch Expansion im oberen Expansionsbereich 14 oder in darüber angeordneten Apparateilen verringert und der Feststoff auf den Strahlrückströmungswänden 2 zurückströmt. Von dort aus bewegt er sich wieder auf den Fluidisierungsmiteintritt der Gasanströmeinrichtung 1 zu, wo er wieder von der Strömung in Richtung der Strahleinströmungswände 3 mitgerissen wird.

[0018] Ein wesentliches Merkmal der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass in den einzelnen Prozessbereichen 6 unterschiedliche Prozessbedingungen einstellbar sind. Dabei sind die Prozessbedingungen in den einzelnen Prozessbereichen 6 durch Gestaltung und der Größe der jeweiligen Prozessbereiche 6 und/oder durch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten, Temperaturen und Volumenströme des zugeführten Fluidisierungsmittels einstellbar.

[0019] In der Fig. 2 wird die technische Ausführung in einem weiteren Beispiel erläutert. Durch Überläufe 5 wird der Feststoffzu- und -ablauf ermöglicht. In der Darstellung wird deutlich, dass der Feststoff in den Prozessbereichen 6 fluidisiert wird. Da das Aufgabegut stirnseitig über den Feststoffeintrag 13 oder an einer Längsseite in den jeweiligen Prozessbereich 6 kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich eintritt, wird der Feststoffrotation R eine im wesentlichen längs zum Fluidisierungsmiteintritt 1 orientierte Feststoffbewegung überlagert. Dadurch bewegt sich der zugeführte Feststoff in Richtung der Zuführung zum darauffolgenden Prozessbereich 6. Auf diese Art und Weise wandern die fluidisierten Partikel mäanderrförmig durch den Apparat. Dadurch wird eine möglichst gerichtete Materialflussrichtung vorgegeben. Der Feststoff verlässt die Prozessbereiche 6 über den Feststoffaustrag 7.

[0020] In der Fig. 4 ist schematisch die Feststoffbewegung und die Strömung des Fluidisierungsmittels dargestellt.

[0021] Durch die Art der räumlichen Anordnung der Prozessbereiche 6 sowie durch Variation deren Geometrie können die verschiedenartigsten Feststoffströmungen realisiert werden. Die Fig. 5 bis 7 zeigen dazu einige Varianten. In den einzelnen Figuren ist mit Z der Feststoffzulauf in den ersten Prozessbereich 6 und mit A der Feststoffaustritt aus dem in Materialflussrichtung F gesehenen letzten Prozessbereich 6 dargestellt. Mit Ü ist der Feststoffüberlauf von einem Prozessbereich 6 zu dem nächsten gekennzeichnet. Mit S ist die entsprechende Segmentierung der Zuluftkammer 8, mit R die Feststoffrotation in dem Prozessbereich 6, und mit B die Breite und mit T die Tiefe des Prozessbereichs 6 dargestellt.

[0022] In Fig. 5 sind mehrere einzelne Prozessbereiche 6 hintereinander angeordnet, wobei das Material mäanderrförmig durch den Strahlschichtapparat geführt wird.

[0023] In Fig. 6 sind mehrere einzelne Prozessbereiche 6 hintereinander und nebeneinander angeordnet, wobei die Größe der Prozessbereiche 6 unterschiedlich ist.

[0024] Fig. 7 zeigt zwei nebeneinander angeordnete Prozessbereiche 6. Die hier dargestellten Varianten sollen nicht einschränkend wirken, sondern stellen nur entsprechende Möglichkeiten dar. Andere Anordnung, auch hinsichtlich der Anzahl der einzelnen Prozessbereiche 6, ist denkbar und beinhaltet die erfindungsgemäße Lösung.

[0025] Zusammenfassend ist also folgendes festzustellen: Die Erfindung betrifft einen Strahlschichtapparat zur chargenweise oder kontinuierlichen Prozessführung gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Merkmale und ein Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 8 genannten Merkmale.

[0026] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Strahlschichtapparat zur chargenweise oder kontinuierlichen Prozessführung und ein Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates der eingangs beschriebenen Art so zu gestalten, dass damit eine zielgerichtete Beeinflussung der Prozesse im Fluidisierungsbereich insbesondere hinsichtlich einer gezielten Materialbewegung und Verweilzeitbeeinflussung erfolgt.

[0027] Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass der Strahlschichtapparat aus wenigstens zwei Prozessbereichen gebildet wird und die Prozessbereiche durch Überläufe miteinander verbunden sind und der erste Prozessbereich mit einem Feststoffeintrag und der letzte Prozessbereich mit einem Feststoffaustrag versehen ist, beziehungsweise dass zur Beeinflussung der Verweilzeit das zu behandelnde Material nacheinander wenigstens zwei Prozessbereichen zugeführt wird und diese durchläuft, wobei die Materialtransportrichtung gegenüber der Strömung des Fluidisierungsmittels im Kreuzstrom erfolgt.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- 1 Gasanströmeinrichtung
- 2 Strahlrückströmungswand
- 3 Strahleinströmungswand
- 4 Segmentierung
- 5 Überlauf
- 6 Prozessbereich
- 7 Feststoffaustrag
- 8 Zuluftkammern
- 9 Apparatequerschnitt
- 10 Zuluft
- 11 Abluft
- 12 Luftströmung im Spaltquerschnitt
- 13 Feststoffeintrag
- 14 Expansionsbereich (optional)

15 Partikelströmung
 Z Feststoffzulauf
 A Feststoffaustritt
 Ü Feststoffüberlauf/Transport
 S Segmentierung
 B Breite des Prozessbereiches
 T Tiefe des Prozessbereiches
 F Feststoff-Fließrichtung
 R Feststoff-Rotation

Patentansprüche

1. Strahlschichtapparat zur chargenweisen oder kontinuierlichen Prozessführung mit folgender Bauart:
 - einem im wesentlichen aus einer Zuluftkammer, einem Fluidisierungsbereich und einem Gasaustritt gebildeten Strahlschichtapparat,
 - einer im Bereich zwischen Zuluftkammer und Fluidisierungsbereich angeordneten Gasanströmeinrichtung zur Zuführung von Fluidisierungsmittel,
 - dem Fluidisierungsbereich, der durch wenigstens eine Gasanströmeinrichtung, eine Strahleinströmungswand und eine gegenüberliegende Strahlrückströmungswand sowie den Seitenwänden gebildet wird, wobei die Strahleinströmungswand und die Strahlrückströmungswand gegenüber der Senkrechten derart geneigt sind, dass sie einen Konus bilden,
 - dem den Prozessbereich bildenden Strahlschichtapparat, der ein- oder doppelseitig ausgebildet ist,
 - dem doppelseitigen Strahlschichtapparat, der durch zwei Gasanströmeinrichtungen und den entsprechenden Strahleinströmungswänden, Strahlrückströmungswänden sowie den Seitenwänden gebildet wird,
 - einem oberhalb der Strahleinströmungswände und Strahlrückströmungswände erweiterten Querschnitt des Strahlschichtapparates, an dem der Austritt für die Abluft angeordnet ist,
 dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlschichtapparat aus wenigstens zwei Prozessbereichen (6) gebildet wird und die Prozessbereiche (6) durch Überläufe (5) miteinander verbunden sind und der erste Prozessbereich (6) mit einem Feststoffeintrag (13) und der letzte Prozessbereich (6) mit einem Feststoffaustrag (7) versehen ist.
2. Strahlschichtapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Überläufe (5) in den jeweiligen anliegenden Strahlrückströmungswänden (2) der nebeneinanderliegenden Prozessbereiche (6) angeordnet sind und durch Kanäle, Querschnittsöffnungen oder dergleichen gebildet werden.
3. Strahlschichtapparat nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Prozessbereiche (6) hintereinander und/oder nebeneinander angeordnet sind.
4. Strahlschichtapparat nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der einzelnen Prozessbereiche (6) gleich und/oder unterschiedlich sind.
5. Strahlschichtapparat nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Prozessbereiche (6) im Bereich der Zuluftkammern (8) durch Segmentierungen (4) voneinander getrennt sind.
6. Strahlschichtapparat nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Feststoffeintrag (13) in

dem ersten Prozessbereich (6) stirnseitig oder an einer Längsseite der Strahlrückströmungswand (2) angeordnet ist.

7. Strahlschichtapparat nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Überläufe (5) zwischen den einzelnen Prozessbereichen (6) so angeordnet sind, dass eine mäanderförmige Materialführung durch die einzelnen Prozessbereiche (6) des Strahlschichtapparates erfolgt.

8. Verfahren zum Betreiben eines Strahlschichtapparates, bei der

eine chargenweise oder kontinuierliche Prozessführung zur Fluidisierung und thermischen Behandlung von weitgehend beliebig geformten und in ihren Abmessungen sowie Massen beliebigen Partikeln erfolgt, das zu behandelnde Material im Prozessbereich in einer Partikelströmung fluidisiert wird,

das Fluidisierungsmittel über eine steuerbare Gasanströmungseinrichtung von unten dem Prozessbereich zugeführt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass zur Beeinflussung der Verweilzeit das zu behandelnde Material nacheinander wenigstens zwei Prozessbereichen (6) zugeführt wird und diese durchläuft, wobei die Materialtransportrichtung (F) gegenüber der Strömung des Fluidisierungsmittels im Kreuzstrom erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Geschwindigkeit der Partikelströmung (15) im jeweiligen Prozessbereich (6) der Strahlschicht vom durchströmten Festbett bis zum Grenzbereich der Flugförderung des zu behandelnden Materials beträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass in den einzelnen Prozessbereichen (6) unterschiedliche Prozessbedingungen einstellbar sind.

11. Verfahren nach Anspruch 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozessbedingungen in den einzelnen Prozessbereichen (6) durch Gestaltung und Größe der jeweiligen Prozessbereiche (6) und/oder durch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten, Temperaturen und Volumenströme des zugeführten Fluidisierungsmittels einstellbar sind.

12. Verfahren nach Anspruch 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Materialtransport durch die einzelnen Prozessbereiche (6) des Strahlschichtapparates mäanderförmig erfolgt.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

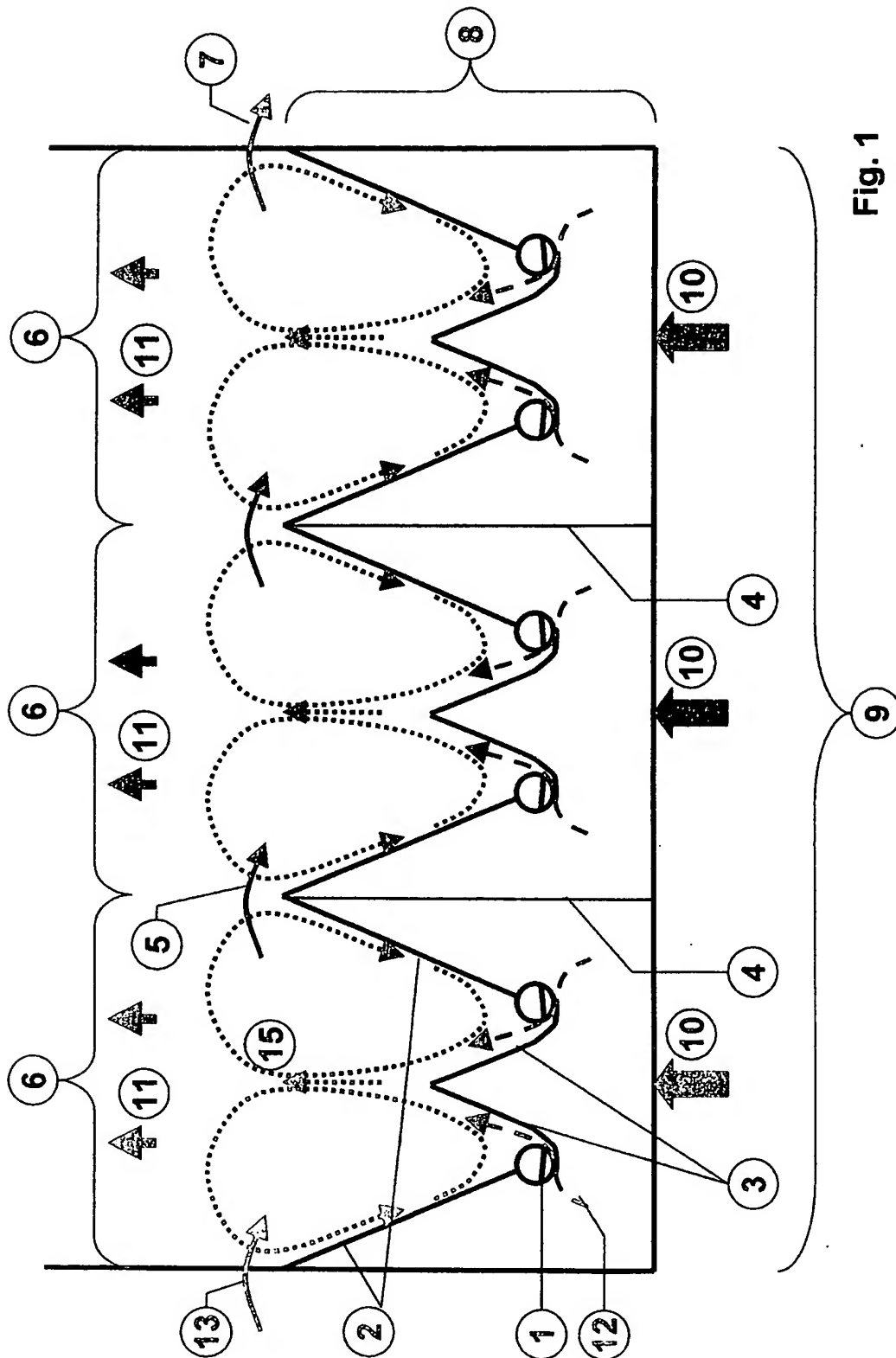


Fig. 1

Fig. 2

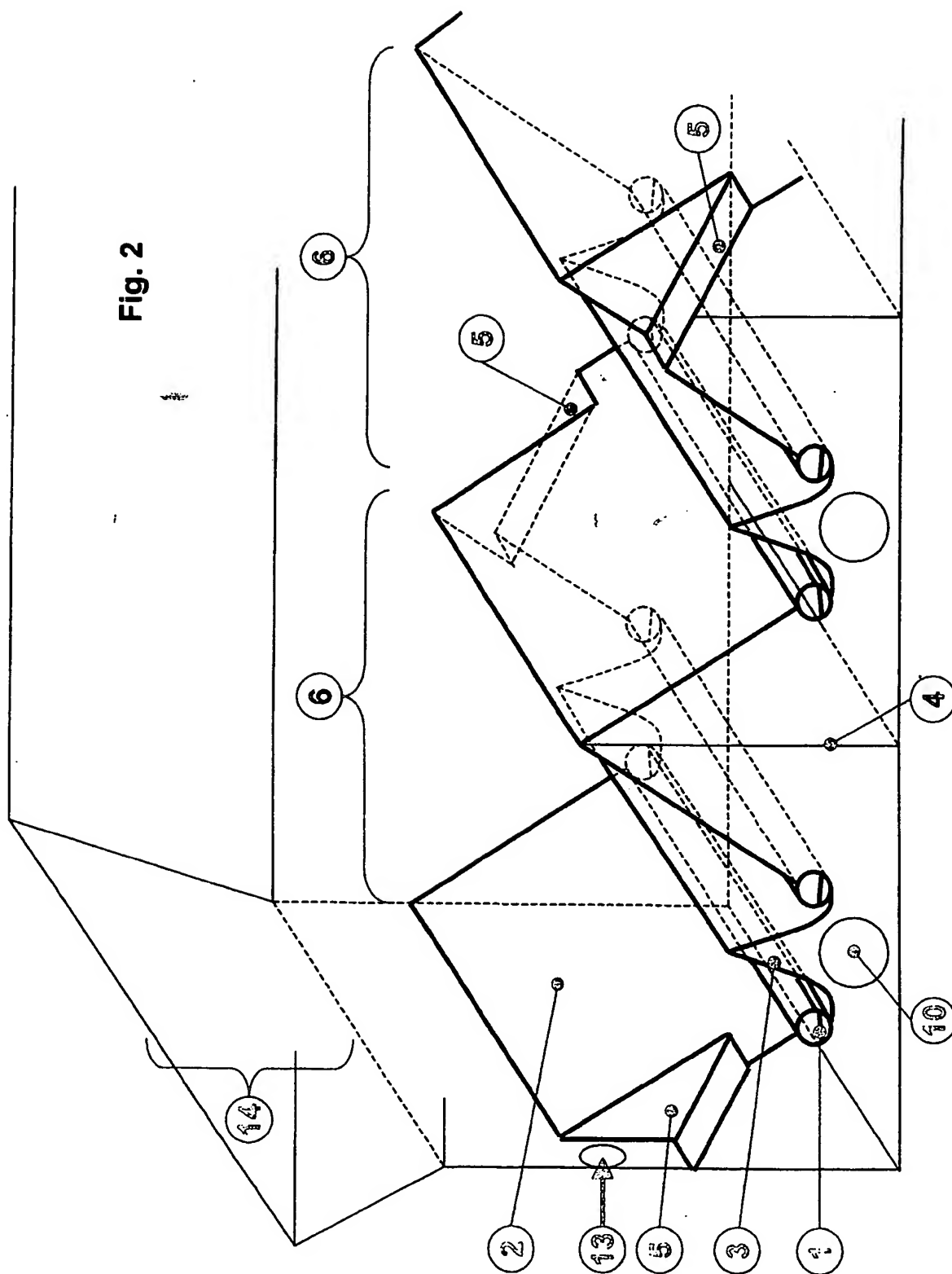
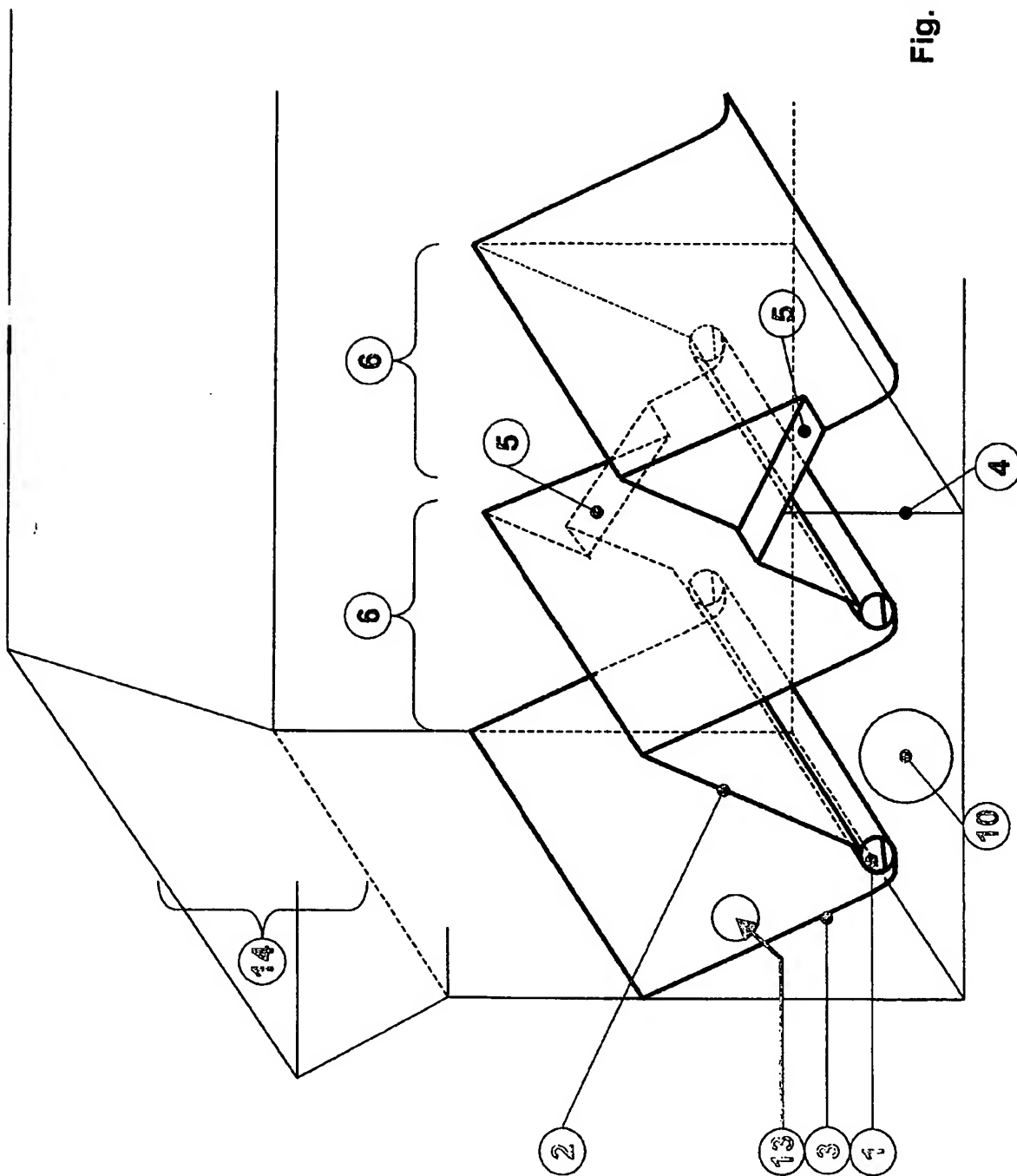


Fig. 3



Feststoffbewegung und Fluidisierungsströmung

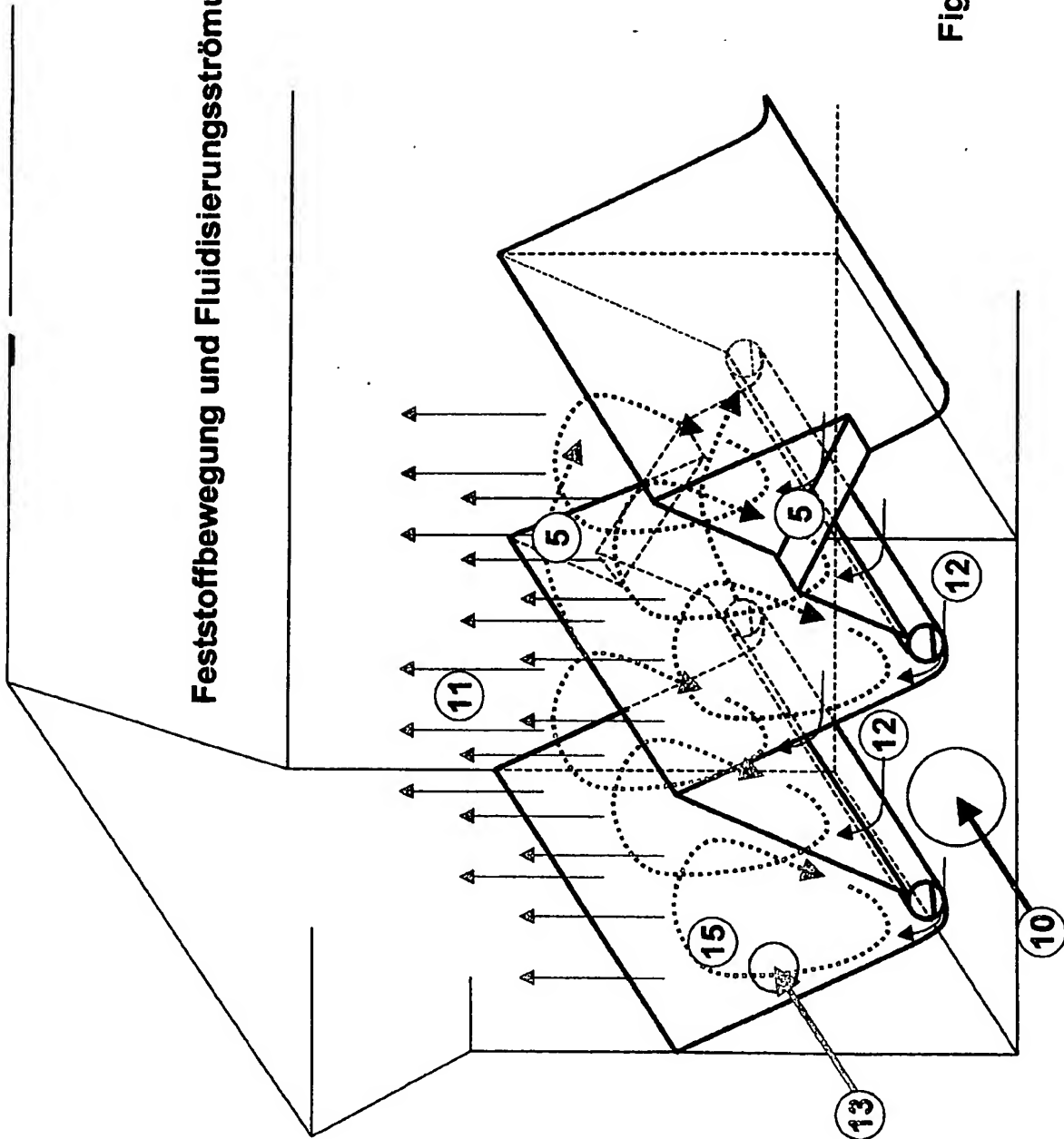


Fig. 4

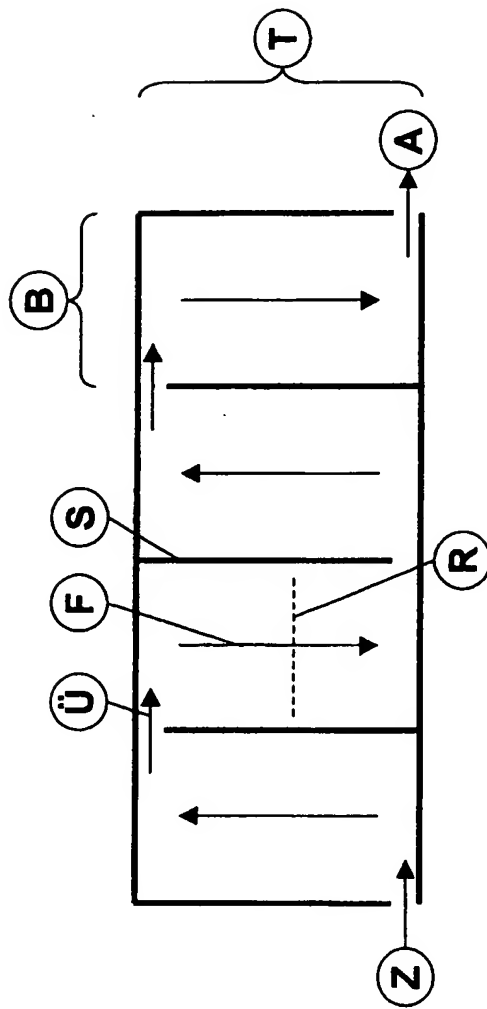


Fig. 5

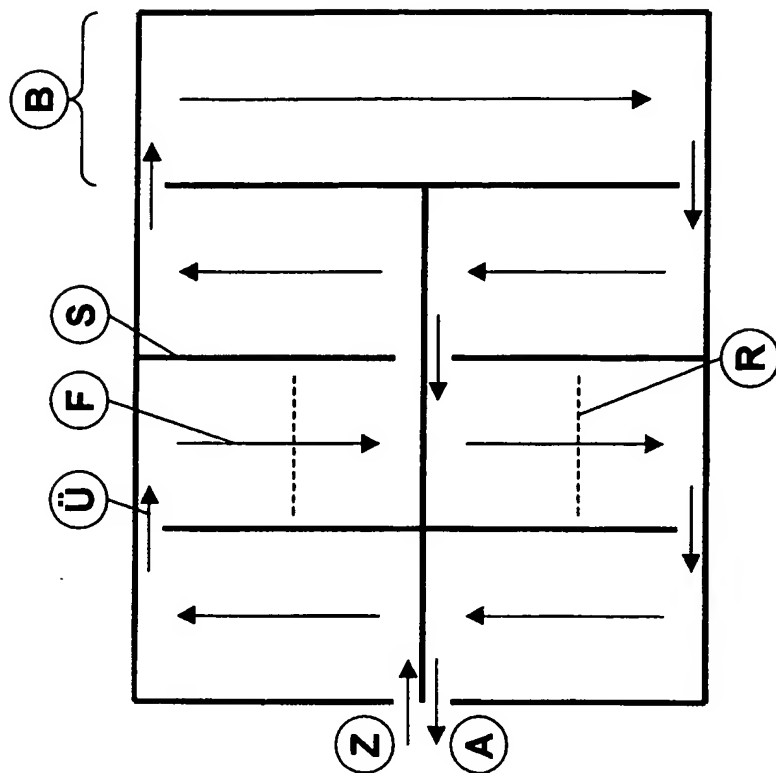


Fig. 6

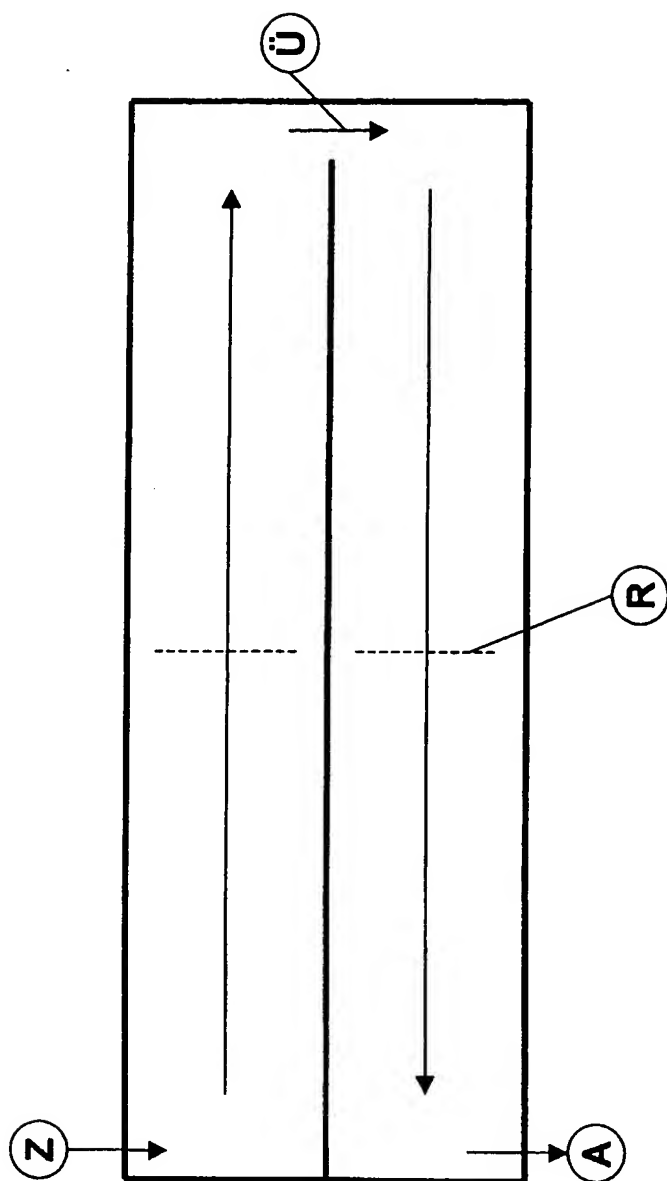


Fig. 7